

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 37 03 080 A 1**

②① Aktenzeichen: P 37 03 080.9  
②② Anmeldetag: 3. 2. 87  
④③ Offenlegungstag: 28. 1. 88

⑤① Int. Cl. 4:  
**C07 C 125/077**  
C 07 C 69/54  
A 61 K 6/08  
C 08 F 20/38  
C 08 F 20/26

DE 37 03 080 A 1

③⑩ Innere Priorität: ③② ③③ ③①  
25.07.88 DE 38 25 203.4

⑦① Anmelder:  
Bayer AG, 5090 Leverkusen, DE

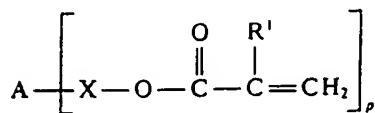
⑦② Erfinder:  
Reiners, Jürgen, Dr., 5090 Leverkusen, DE; Podszun,  
Wolfgang, Dr.; Winkel, Jens, Dr., 5000 Köln, DE

⑤④ (Meth)-acrylsäureester

Die neuen (Meth)-acrylsäureester können durch Umsetzung von Polyolen mit (Meth)-acrylsäure, (Meth)-acrylsäurederivaten oder Isocyanatgruppen enthaltenden (Meth)-acrylsäureestern hergestellt werden. Die Verbindungen können für Dentalwerkstoffe verwendet werden.

DE 37 03 080 A 1

## 1. (Meth)-acrylsäureester der Formel



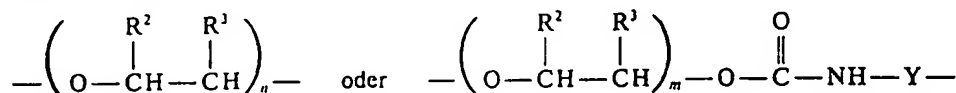
in der

A ein geradkettiger oder verzweigter, gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthaltender, aliphatischer Rest mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen oder ein araliphatischer Rest mit 7 bis 26 Kohlenstoffatomen oder ein cycloaliphatischer Rest mit 6 bis 26 Kohlenstoffatomen ist,

p für die Anzahl der von A ausgehenden Ketten steht und eine Zahl von 3 bis 6 bedeutet,

R<sup>1</sup> für jede von A ausgehende Kette unabhängig Wasserstoff oder Methyl bedeutet und

X für einen der Reste



worin

n für jede von A ausgehende Kette unabhängig eine Zahl von 1 bis 5 bedeutet,

m für jede von A ausgehende Kette unabhängig eine Zahl von 0 bis 5 bedeutet,

R<sup>2</sup> und R<sup>3</sup> Wasserstoff oder Wasserstoff und Methyl bedeuten und

Y ein zweiwertiger, geradkettiger oder verzweigter, aliphatischer Rest mit 2 bis 12 Kohlenstoffatomen, der gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthalten kann, bedeutet steht.

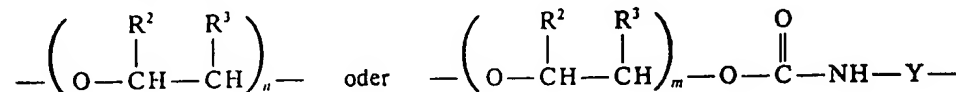
## 2. (Meth)-acrylsäureester nach Anspruch 1, worin

A ein geradkettiger oder verzweigter, gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthaltender aliphatischer Rest mit 3 bis 12 Kohlenstoffatomen oder ein araliphatischer Rest mit 7 bis 26 Kohlenstoffatomen oder ein cycloaliphatischer Rest mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen ist,

p für die Zahl der von A ausgehenden Ketten steht und eine Zahl von 3 bis 6 bedeutet,

R<sup>1</sup> für eine von A ausgehende Kette unabhängig Wasserstoff oder Methyl bedeutet, und

X für einen der Reste



worin

n für jede von A ausgehende Kette unabhängig eine Zahl von 1 bis 5 bedeutet,

m für jede von A ausgehende Kette unabhängig eine Zahl von 0 bis 5 bedeutet,

R<sup>2</sup> und R<sup>3</sup> Wasserstoff oder Wasserstoff und Methyl bedeuten und Y ein zweiwertiger, geradkettiger oder verzweigter, aliphatischer Rest mit 2 bis 10 Kohlenstoffatomen, der gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthalten kann, bedeutet steht.

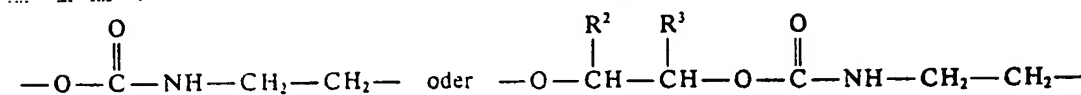
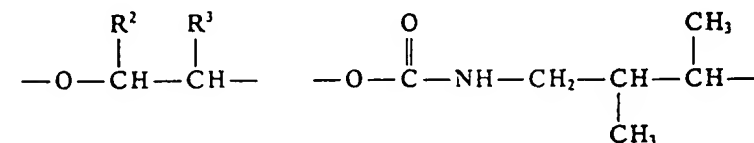
## 3. (Meth)-acrylsäureester nach den Ansprüchen 1 und 2, worin

A ein geradkettiger oder verzweigter, gegebenenfalls 1 Sauerstoffbrücke enthaltender aliphatischer Rest mit 3 bis 12 Kohlenstoffatomen ist,

n für die Anzahl der von A ausgehenden Ketten steht und eine Zahl von 3 bis 6 bedeutet,

R<sup>1</sup> für jede von A ausgehende Kette unabhängig Wasserstoff oder Methyl bedeutet, und

X für einen der Reste

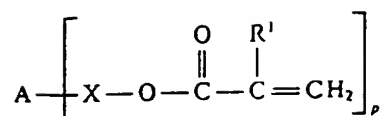


worin

R<sup>2</sup> und R<sup>3</sup> Wasserstoff oder Wasserstoff und Methyl bedeuten

steht.

## 4. Verfahren zur Herstellung von (Meth)-acrylsäureester der Formel



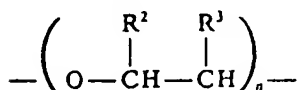
in der

A ein geradkettiger oder verzweigter, gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthaltender, aliphatischer Rest mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen oder ein araliphatischer Rest mit 7 bis 26 Kohlenstoffatomen oder ein cycloaliphatischer Rest mit 6 bis 26 Kohlenstoffatomen ist,

p für die Anzahl der von A ausgehenden Ketten steht und eine Zahl von 3 bis 6 bedeutet,

R<sup>1</sup> für jede von A ausgehende Kette unabhängig Wasserstoff oder Methyl bedeutet und

X für den Rest



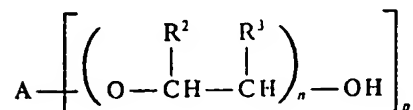
worin

n für jede von A ausgehende Kette unabhängig eine Zahl von 1 bis 5 bedeutet,

R<sup>2</sup> und R<sup>3</sup> Wasserstoff oder Wasserstoff und Methyl bedeuten,

steht,

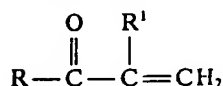
dadurch gekennzeichnet, daß man Polyole der Formel



in der

A, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, n und p die obengenannte Bedeutung haben,

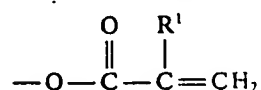
mit (Meth)-acrylsäure oder (Meth)-acrylsäurederivaten der Formel



in der

R<sup>1</sup> die obengenannte Bedeutung hat und

R Hydroxy, Halogen, Niederalkoxy oder den Rest

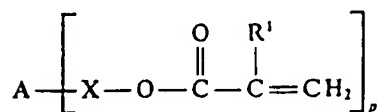


in dem

R<sup>1</sup> die obengenannte Bedeutung hat, bedeutet,

in Gegenwart eines Katalysators, eines Polymerisationsinhibitors und eines Lösungsmittels im Temperaturbereich von 50 bis 120°C umgesetzt.

5. Verfahren zur Herstellung von (Meth)-acrylsäureester der Formel



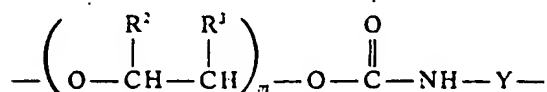
in der

A ein geradkettiger oder verzweigter, gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthaltender, aliphatischer Rest mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen oder ein araliphatischer Rest mit 7 bis 26 Kohlenstoffatomen oder ein cycloaliphatischer Rest mit 6 bis 26 Kohlenstoffatomen ist,

p für die Anzahl der von A ausgehenden Ketten steht und eine Zahl von 3 bis 6 bedeutet,

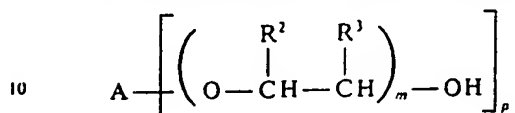
R<sup>1</sup> für jede von A ausgehende Kette unabhängig Wasserstoff oder Methyl bedeutet und

X für den Rest

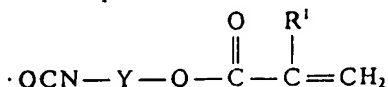


worin

$m$  für jede von A ausgehende Kette unabhängig eine Zahl von 0 bis 5 bedeutet,  
 $R^2$  und  $R^3$  Wasserstoff oder Wasserstoff und Methyl bedeutet,  
 $Y$  ein zweiwertiger, geradkettiger oder verzweigter, aliphatischer Rest mit 2 bis 12 Kohlenstoffatomen, der  
 gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthalten kann, bedeutet,  
 steht,  
 dadurch gekennzeichnet, daß man Polyole der Formel

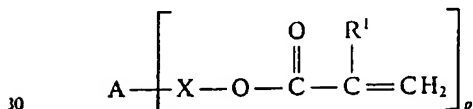


in der  
 $A$ ,  $R^2$ ,  $R^3$ ,  $m$  und  $p$  die obengenannte Bedeutung haben,  
 mit Isocyanatgruppen enthaltenden (Meth)-acrylsäureestern der Formel

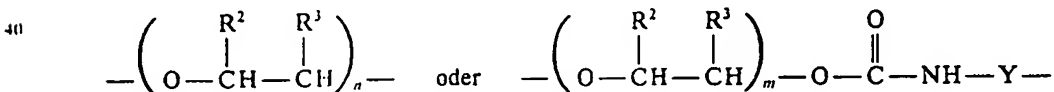


in der  
 $R^1$  und  $Y$  die obengenannte Bedeutung haben,  
 in Gegenwart eines Katalysators, eines Polymerisationsinhibitors und eines Lösungsmittels im Temperatur-  
 bereich von 20 bis 100° C umgesetzt.

6. Polymerisat aus (Meth)-acrylsäureester der Formel



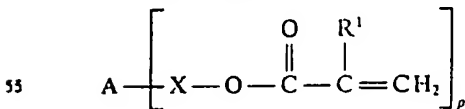
in der  
 $A$  ein geradkettiger oder verzweigter, gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthaltender, aliphati-  
 scher Rest mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen oder ein araliphatischer Rest mit 7 bis 26 Kohlenstoffatomen  
 oder ein cycloaliphatischer Rest mit 6 bis 26 Kohlenstoffatomen ist,  
 $p$  für die Anzahl der von A ausgehenden Ketten steht und eine Zahl von 3 bis 6 bedeutet,  
 $R^1$  für jede von A ausgehende Kette unabhängig Wasserstoff oder Methyl bedeutet und  
 $X$  für einen der Reste



worin

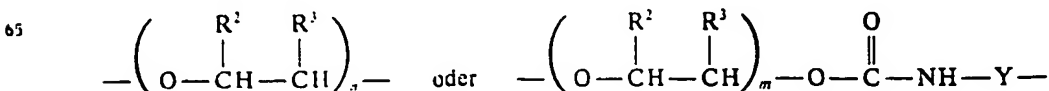
$n$  für jede von A ausgehende Kette unabhängig eine Zahl von 1 bis 5 bedeutet,  
 $m$  für jede von A ausgehende Kette unabhängig eine Zahl von 0 bis 5 bedeutet,  
 $R^2$  und  $R^3$  Wasserstoff oder Wasserstoff und Methyl bedeuten und  
 $Y$  ein zweiwertiger, geradkettiger oder verzweigter, aliphatischer Rest mit 2 bis 12 Kohlenstoffatomen, der  
 gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthalten kann, bedeutet  
 steht.

7. Verwendung von (Meth)-acrylsäureestern der Formel



in der

$A$  ein geradkettiger oder verzweigter, gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthaltender, aliphati-  
 scher Rest mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen oder ein araliphatischer Rest mit 7 bis 26 Kohlenstoffatomen  
 oder ein cycloaliphatischer Rest mit 6 bis 26 Kohlenstoffatomen ist,  
 $p$  für die Anzahl der von A ausgehenden Ketten steht und eine Zahl von 3 bis 6 bedeutet,  
 $R^1$  für jede von A ausgehende Kette unabhängig Wasserstoff oder Methyl bedeutet und  
 $X$  für einen der Reste



worin

$n$  für jede von A ausgehende Kette unabhängig eine Zahl von 1 bis 5 bedeutet,

$m$  für jede von A ausgehende Kette unabhängig eine Zahl von 0 bis 5 bedeutet und

$R^2$  und  $R^3$  Wasserstoff oder Wasserstoff und Methyl bedeuten,

Y ein zweiwertiger, geradkettiger oder verzweigter, aliphatischer Rest mit 2 bis 12 Kohlenstoffatomen, der gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthalten kann, bedeutet,

steht,

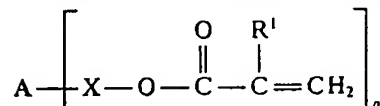
in Dentalwerkstoffen.

8. Verwendung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die (Meth)-acrylsäureester in Zahnfüllmassen eingesetzt werden.

9. Verwendung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die (Meth)-acrylsäureester in Beschichtungsmitteln für Zähne eingesetzt werden.

10. Verwendung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die (Meth)-acrylsäureester zur Herstellung von Kunststoffzähnen verwendet werden.

11. Verwendung von (Meth)-acrylsäureestern der Formel



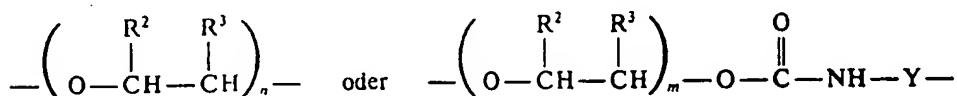
in der

A ein geradkettiger oder verzweigter, gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthaltender, aliphatischer Rest mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen oder ein araliphatischer Rest mit 7 bis 26 Kohlenstoffatomen oder ein cycloaliphatischer Rest mit 6 bis 26 Kohlenstoffatomen ist,

$p$  für die Anzahl der von A ausgehenden Ketten steht und eine Zahl von 3 bis 6 bedeutet,

$R^1$  für jede von A ausgehende Kette unabhängig Wasserstoff oder Methyl bedeutet und

X für einen der Reste



worin

$n$  für jede von A ausgehende Kette unabhängig eine Zahl von 1 bis 5 bedeutet,

$m$  für jede von A ausgehende Kette unabhängig eine Zahl von 0 bis 5 bedeutet,

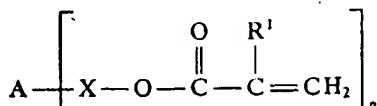
$R^2$  und  $R^3$  Wasserstoff oder Wasserstoff und Methyl bedeuten und

Y ein zweiwertiger, geradkettiger oder verzweigter, aliphatischer Rest mit 2 bis 12 Kohlenstoffatomen, der gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthalten kann, bedeutet,

steht,

zur Herstellung von Dentalwerkstoffen.

12. Dentalwerkstoffe, dadurch gekennzeichnet, daß sie (Meth)-acrylsäureestern der Formel



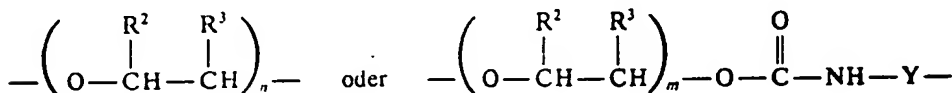
in der

A ein geradkettiger oder verzweigter, gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthaltender, aliphatischer Rest mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen oder ein araliphatischer Rest mit 7 bis 26 Kohlenstoffatomen oder ein cycloaliphatischer Rest mit 6 bis 26 Kohlenstoffatomen ist,

$p$  für die Anzahl der von A ausgehenden Ketten steht und eine Zahl von 3 bis 6 bedeutet,

$R^1$  für jede von A ausgehende Kette unabhängig Wasserstoff oder Methyl bedeutet und

X für einen der Reste



worin

$n$  für jede von A ausgehende Kette unabhängig eine Zahl von 1 bis 5 bedeutet,

$m$  für jede von A ausgehende Kette unabhängig eine Zahl von 0 bis 5 bedeutet,

$R^2$  und  $R^3$  Wasserstoff oder Wasserstoff und Methyl bedeuten und

Y ein zweiwertiger, geradkettiger oder verzweigter, aliphatischer Rest mit 2 bis 12 Kohlenstoffatomen, der gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthalten kann, bedeutet

steht, enthalten.

13. Dentalwerkstoffe nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß sie neben (Meth)-acrylsäureestern weitere Comonomere enthalten.

14. Dentalwerkstoffe nach den Ansprüchen 12 und 13, dadurch gekennzeichnet, daß sie (Meth)acrylsäureester, Comonomere und an sich bekannte Additive und gegebenenfalls Füllstoffe enthalten.

#### Beschreibung

Die Erfindung betrifft neue (Meth)-acrylsäureester, ihre Herstellung und ihre Verwendung als monomere Komponenten für Dentalwerkstoffe.

Die Verwendung von polyfunktionellen (Meth)-acrylsäurederivaten als Komponenten für Zahnfüllungsmaterialien ist bekannt. So werden in der EP-A 00 17 936 Acrylsäureester und Methacrylsäureester vom Pentaerythrit beschrieben. Die dort beschriebenen Monomeren ergeben in Kombination mit anorganischen Füllstoffen Dentalwerkstoffe, die einen unerwünschten Polymerisationsschrumpf aufweisen, der zu einer Spaltbildung zwischen Zahn- und Füllungsmaterial führte.

In der US 45 54 336 werden Urethangruppen enthaltende (Meth)-acrylsäurederivate für Adhesive im Dentalbereich beschrieben, bei denen die Urethangruppen durch einen eine (Meth)-acrylatgruppe enthaltenden Rest substituiert sind. Diese Verbindungen zeigen als Komponenten in Dentalmassen unzureichende Eigenschaften, insbesondere eine für die Praxis zu geringe Festigkeit.

Es wurden neue (Meth)-acrylsäureester der Formel



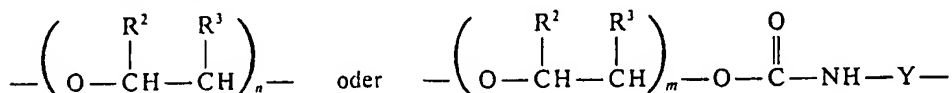
in der

A ein geradkettiger oder verzweigter, gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthaltender, aliphatischer Rest mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen oder ein araliphatischer Rest mit 7 bis 26 Kohlenstoffatomen oder ein cycloaliphatischer Rest mit 6 bis 26 Kohlenstoffatomen ist,

$n$  für die Anzahl der von A ausgehenden Ketten steht und eine Zahl von 3 bis 6 bedeutet,

$\text{R}^1$  für jede von A ausgehende Kette unabhängig Wasserstoff oder Methyl bedeutet und

X für einen der Reste



steht,

worin

$n$  für jede von A ausgehende Kette unabhängig eine Zahl von 1 bis 5 bedeutet,

$m$  für jede von A ausgehende Kette unabhängig eine Zahl von 0 bis 5 bedeutet,

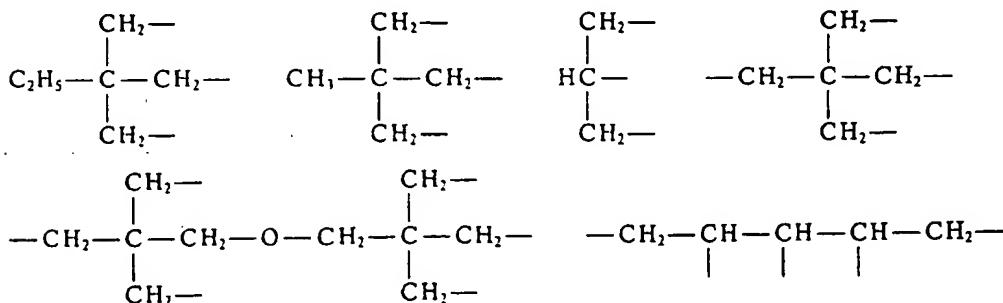
$\text{R}^2$  und  $\text{R}^3$  Wasserstoff oder Wasserstoff und Methyl bedeuten und

Y ein zweiwertiger, geradkettiger oder verzweigter, aliphatischer Rest mit 2 bis 12 Kohlenstoffatomen, der gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthalten kann, bedeutet gefunden.

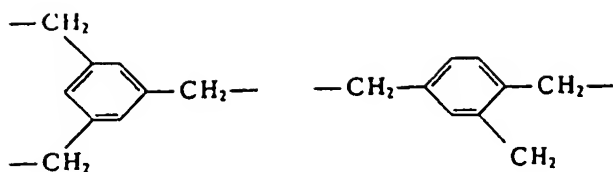
Dentalmassen, bei denen von den erfindungsgemäßen (Meth)-acrylsäureestern ausgegangen wird, zeigen überraschenderweise einen wesentlich geringeren Polymerisationsschrumpf und größere Festigkeit, und sind daher für die Anwendung in der Praxis besonders geeignet.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung können die Substituenten die folgende Bedeutung haben:

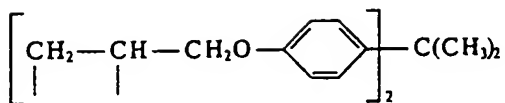
Ein aliphatischer Rest (A) kann ein geradkettiger oder verzweigter Kohlenwasserstoffrest mit 3 bis 20, bevorzugt 3 bis 12, Kohlenstoffatomen bedeuten. Beispielsweise seien die folgenden aliphatischen Reste genannt:



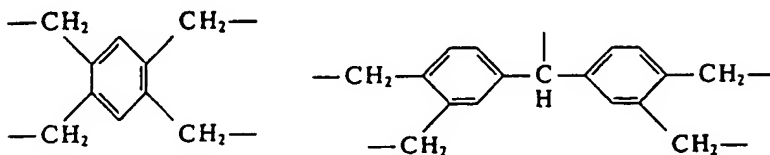
Ein araliphatischer Rest (A) kann einen Kohlenwasserstoffrest mit einem geradkettigen oder verzweigten aliphatischen und einem aromatischen Teil mit 7 bis 26 Kohlenstoffatomen bedeuten, wobei der aromatische Teil bevorzugt 6 bis 12 und der aliphatische Teil bevorzugt 1 bis 14 Kohlenstoffatome enthält. Beispielsweise seien die folgenden araliphatischen Reste genannt:



5



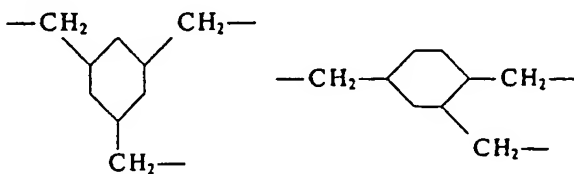
10



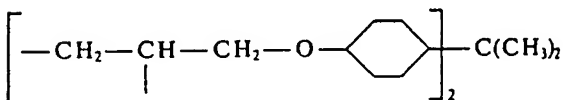
15

Ein cycloaliphatischer Rest (A) kann einen cyclischen Kohlenwasserstoffrest mit 6 bis 26 Kohlenstoffatomen, bevorzugt 6 bis 12 Kohlenstoffatomen, bedeuten. Beispielsweise seien die folgenden cycloaliphatischen Reste genannt:

20

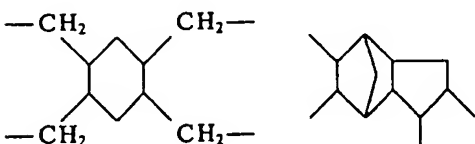


25

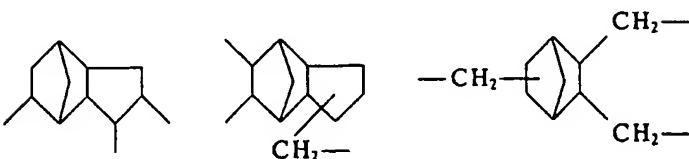


30

35



40

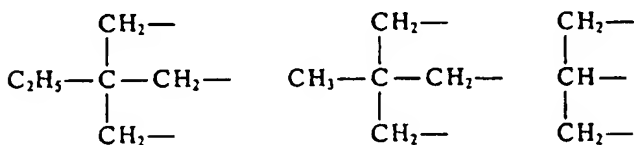


45

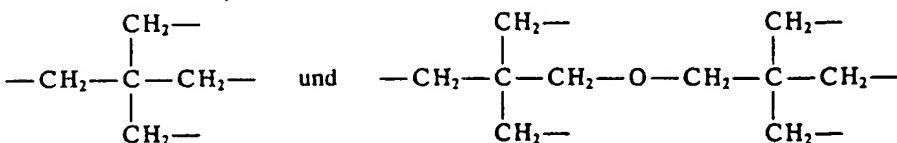
Die Reste A können 1 oder 2 Sauerstoffatome enthalten, so daß aliphatische, cycloaliphatische bzw. araliphatische Ether vorliegen.

50

Insbesondere bevorzugt seien die folgenden Reste A genannt:

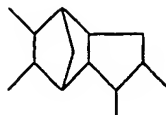
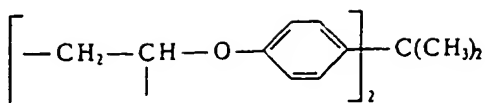


55



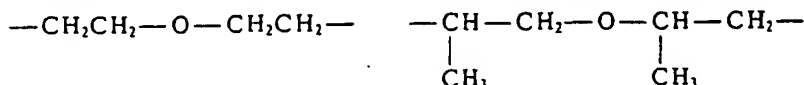
60

65



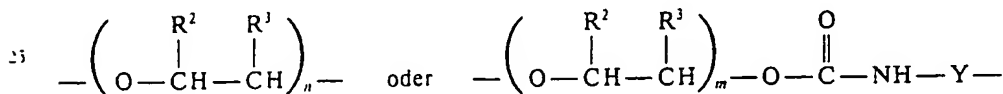
Ein zweiwertiger aliphatischer Rest (Y) kann einen geradkettigen oder verzweigten Kohlenwasserstoffrest mit 2 bis 12 Kohlenstoffatomen, bevorzugt 2 bis 10 Kohlenstoffatomen, bedeuten. Beispielsweise seien die folgenden zweiwertigen aliphatischen Reste genannt: Ethylen, Propylen, 1,4-Tetramethylen, 1,6-Hexamethylen und 1,2-Dimethylpropan-1,3-diyl.

10 Der Rest Y kann 1 oder 2, bevorzugt 1, Sauerstoffatom enthalten. Beispielsweise seien genannt:



Bevorzugt werden (Meth)-acrylsäureester der Formel (I), bei denen A ein geradkettiger oder verzweigter, gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthaltender, aliphatischer Rest mit 3 bis 12 Kohlenstoffatomen oder ein araliphatischer Rest mit 7 bis 26 Kohlenstoffatomen oder ein cycloaliphatischer Rest mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen ist,

20  $p$  für die Anzahl der von A ausgehenden Ketten steht und eine Zahl von 3 bis 6 bedeutet, R<sup>1</sup> für jede von A ausgehende Kette unabhängig Wasserstoff oder Methyl bedeutet und X für einen der Reste



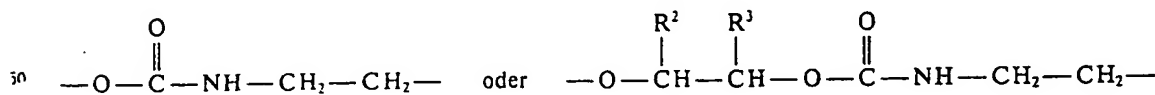
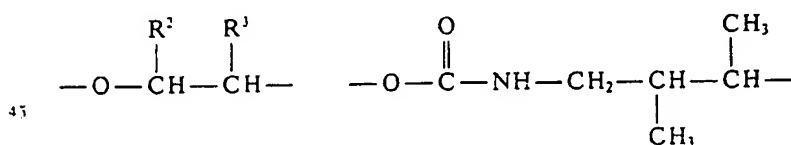
workin

u)  $m$  für jede von A ausgehende Kette unabhängig eine Zahl von 0 bis 5 bedeutet.

R<sup>2</sup> und R<sup>3</sup> Wasserstoff oder Wasserstoff und Methyl bedeuten und Y ein zweiwertiger, geradkettiger oder verzweigter, aliphatischer Rest mit 2 bis 10 Kohlenstoffatomen, der gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthalten kann, bedeutet steht.

15 Insbesondere bevorzugt werden (Meth)-acrylsäureester der Formel (I), bei denen A ein geradkettiger oder verzweigter, gegebenenfalls 1 Sauerstoffbrücke enthaltender aliphatischer Rest mit 3 bis 12 Kohlenstoffatomen ist,

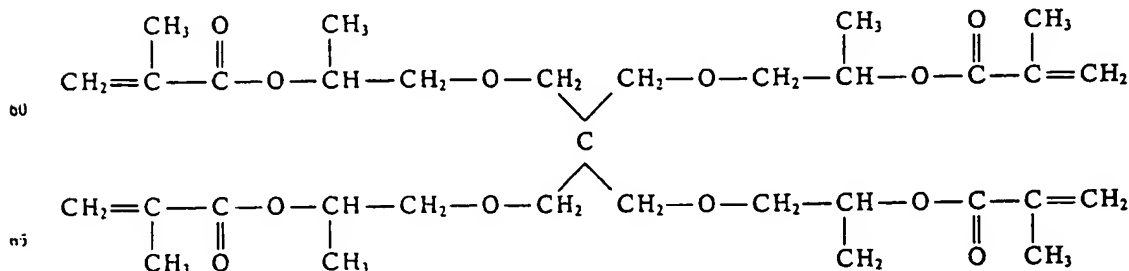
<sup>41)</sup>  $X$  für einen der Reste



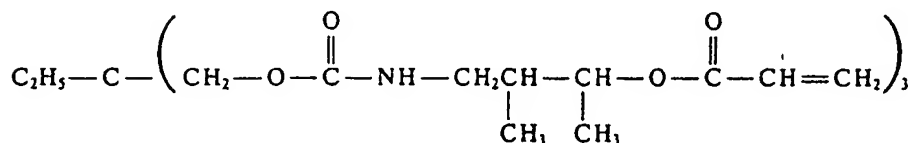
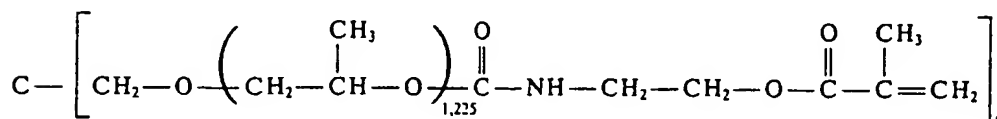
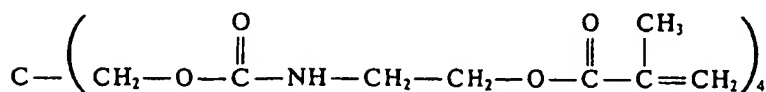
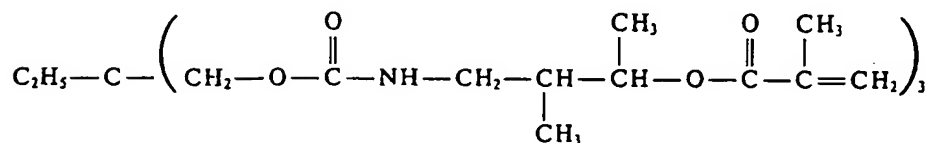
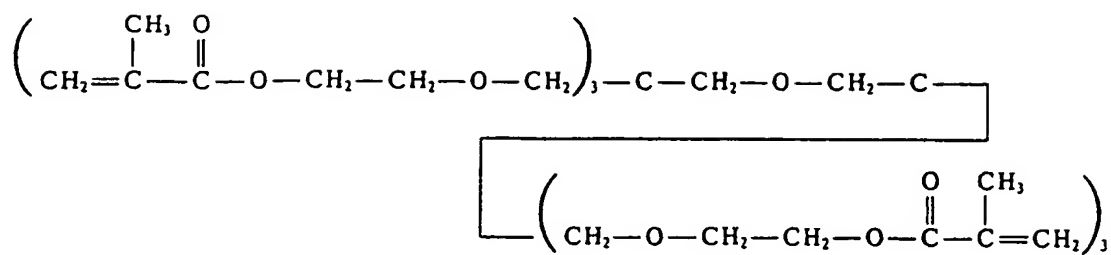
worin

R<sup>2</sup> und R<sup>3</sup> Wasserstoff oder Wasserstoff und Methyl bedeuten, steht.

Beispielsweise seien die folgenden (Meth)-acrylsäureester genannt:







Es wurde auch ein Verfahren zur Herstellung von (Meth)-acrylsäureester der Formel

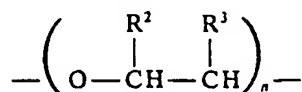


in der

A ein geradkettiger oder verzweigter, gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthaltender, aliphatischer Rest mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen oder ein araliphatischer Rest mit 7 bis 26 Kohlenstoffatomen oder ein cycloaliphatischer Rest mit 6 bis 26 Kohlenstoffatomen ist,

p für die Anzahl der von A ausgehenden Ketten steht und eine Zahl von 3 bis 6 bedeutet,

R<sup>1</sup> für jede von A ausgehende Kette unabhängig Wasserstoff oder Methyl bedeutet und X für den Rest



worin

n für jede von A ausgehende Kette unabhängig eine Zahl von 1 bis 5 bedeutet,

R<sup>2</sup> und R<sup>3</sup> Wasserstoff oder Wasserstoff und Methyl bedeuten,

steht,

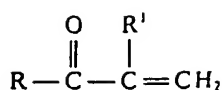
gefunden, das dadurch gekennzeichnet ist, daß man Polyole der Formel:



in der

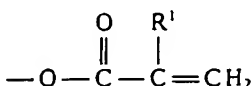
A, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, n und p die obengenannte Bedeutung haben,

mit (Meth)-acrylsäure oder (Meth)-acrylsäurederivaten der Formel



(III)

in der  
R<sup>1</sup> die obengenannte Bedeutung hat und  
R Hydroxy, Halogen, Niederalkoxy oder den Rest



in dem  
R<sup>1</sup> die obengenannte Bedeutung hat, bedeutet,  
in Gegenwart eines Katalysators, eines Polymerisationsinhibitors und eines Lösungsmittels im Temperaturbereich von 50 bis 120°C umgesetzt.

Polyole II sind an sich bekannt und können beispielsweise durch Oxalkylierung der bekannten Polyole A(OH), hergestellt werden, wobei die Polyole IV auch als Produkte mit variablem Oxyalkylierungsgrad vorliegen können.

Zur Veresterung können (Meth)-acrylsäure, (Meth)-acrylsäurehalogenide, bevorzugt (Meth)-acrylsäurechlorid, (Meth)-acrylsäureanhydrid oder (Meth)-acrylsäureester niedriger Alkohole (C<sub>1</sub> bis etwa C<sub>6</sub>), beispielsweise (Meth)-acrylsäuremethylester und (Meth)-acrylsäureethylester, eingesetzt werden.

Katalysatoren sind im Falle der (Meth)-Acrylsäure im allgemeinen starke Säuren mit einem pK<sub>s</sub>-Wert kleiner 2. Beispielsweise seien p-Toluolsulfonsäure, Jodwasserstoff, Schwefelsäure oder stark saure Ionenaustauscher (z. B. mit 2 bis 20 Gew.-% Divinylbenzol vernetzte Polystyrolsulfonsäure) genannt.

Polymerisationsinhibitoren des erfindungsgemäßen Verfahrens sind an sich bekannt. Beispielsweise sei 2,6-Di-tert-butyl-4-methyl-phenol, Methylenblau und Hydrochinon genannt.

Der saure Katalysator wird im allgemeinen in einer Menge von 0,01 bis 5 Gew.-Teilen bezogen auf 100 Gew.-Teile der Reaktanden eingesetzt.

Der Polymerisationsinhibitor für das erfindungsgemäße Verfahren wird im allgemeinen in einer Menge von 0,01 bis 1, bevorzugt 0,01 bis 0,2 Gew.-Teilen, bezogen auf 100 Gew.-Teile der Reaktanden eingesetzt.

Lösungsmittel für das erfindungsgemäße Verfahren sind im allgemeinen Lösungsmittel, die mit Wasser bei Raumtemperatur nicht mischbar sind. Beispielsweise sei Toluol, Chloroform, Xylol, Chlorbenzol, Methylenehtylketon genannt.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird im allgemeinen im Temperaturbereich von 50 bis 120°C, bevorzugt von 70 bis 110°C, durchgeführt. Im allgemeinen wird das erfindungsgemäße Verfahren bei Normaldruck durchgeführt.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird im allgemeinen mit einem Überschuß an (Meth)-acrylsäure durchgeführt. Im allgemeinen setzt man 1 bis 2 Mol (Meth)-acrylsäure bezogen auf jede Hydroxylgruppe pro Mol des Polyols II ein.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann beispielsweise wie folgt durchgeführt werden:

Das Polyol und die (Meth)-acrylsäure werden in einem Lösungsmittel suspendiert oder gelöst und mit dem sauren Katalysator und dem Polymerisationsinhibitor versetzt. Das während der Veresterung gebildete Wasser kann durch azeotrope Destillation aus dem Gleichgewicht entfernt werden.

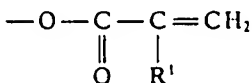
Nach beendeter Veresterung wird nicht umgesetzte (Meth)-acrylsäure durch Extraktion mit einer basischen wäßrigen Lösung (z. B. Sodalösung) entfernt. Der Inhibitor wird beispielsweise durch Zusatz von Adsorbentien (z. B. Bleicherde, Celite, Silicagel, Aluminiumoxid) abgetrennt.

Die Aufarbeitung der erfindungsgemäßen (Meth)-acrylsäureester erfolgt in an sich bekannter Weise durch Abdestillieren der Lösungsmittel.

Im Falle der (Meth)-acrylsäurederivate mit R der Bedeutung Niederalkoxy sind die obengenannten Katalysatoren oder Titanalkoholate wie Tetrabutoxy-titan geeignet.

Der bei der Reaktion gebildete Alkohol, der sich vom Niederalkoxyrest des (Meth)acrylsäurederivats (III) ableitet, wird azeotrop abdestilliert. Nach beendeter Reaktion wird das nicht umgesetzte (Meth)Acrylsäure-Derivat im Vakuum abdestilliert und der Rückstand in an sich bekannter Weise aufgearbeitet.

Im Falle der (Meth)Acrylsäure-Derivate mit R in der Bedeutung Halogen bzw.



also z. B. bei der Veresterung mit (Meth)-Acrylsäurechlorid bzw. (Meth)Acrylsäureanhydrid wird im Gegensatz zu den beiden zuvor genannten Verfahrensvarianten bevorzugt bei niedrigeren Temperaturen mit dem Polyol verestert. Bei Verwendung von (Meth)-Acrylsäurechlorid wird bevorzugt ein tertiäres Amin, z. B. Triethylamin, Dicyclohexylmethylamin usw. als Säureakzeptor in stöchiometrischen Mengen eingesetzt. Bei Verwendung von (Meth)Acrylsäureanhydrid werden gegebenenfalls weniger als 10% des tertiärenamins eingesetzt. Das Produkt wird in bekannter Weise durch Extraktion des Reaktionsgemisches mit einer wäßrigen basischen Lösung gereinigt und wie in der ersten Verfahrensvariante beschrieben, aufgearbeitet.

Ein weiteres Verfahren zur Herstellung von (Meth)-acrylsäureester der Formel



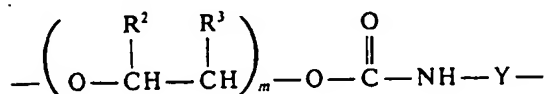
in der

A ein geradkettiger oder verzweigter, gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthaltender, aliphatischer Rest mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen oder ein araliphatischer Rest mit 7 bis 26 Kohlenstoffatomen oder ein cycloaliphatischer Rest mit 6 bis 26 Kohlenstoffatomen ist,

p für die Anzahl der von A ausgehenden Ketten steht und eine Zahl von 3 bis 6 bedeutet,

R<sup>1</sup> für jede von A ausgehende Kette unabhängig Wasserstoff oder Methyl bedeutet und

X für den Rest



worin

m für jede von A ausgehende Kette unabhängig eine Zahl von 0 bis 5 bedeutet,

R<sup>2</sup> und R<sup>3</sup> Wasserstoff oder Wasserstoff und Methyl bedeutet,

Y ein zweiwertiger, geradkettiger oder verzweigter, aliphatischer Rest mit 2 bis 12 Kohlenwasserstoffatomen, der gegebenenfalls 1 oder 2 Sauerstoffbrücken enthalten kann, bedeutet,

steht,

das dadurch gekennzeichnet ist, daß man Polyole der Formel



in der

A, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, m und n die obengenannte Bedeutung haben, mit Isocyanatgruppen enthaltendem (Meth)-acrylsäure-ester der Formel



in der

R<sup>1</sup> und Y die obengenannte Bedeutung haben,

in Gegenwart eines Katalysators, eines Polymerisationsinhibitors und eines Lösungsmittels im Temperaturbereich von 20 bis 100°C umgesetzt.

Polyole für das zuletzt genannte Verfahren sind an sich bekannt und können beispielsweise durch Oxyalkylierung der entsprechenden Polyole hergestellt werden.

Isocyanatgruppen enthaltende (Meth)-acrylsäureester der Formel (IV) sind an sich bekannt (DE-A 33 38 077) und können beispielsweise durch Phosgenierung der zugrundeliegenden 5,6-Dihydro-oxazine hergestellt werden.

Katalysatoren können hier zinnhaltige Katalysatoren, wie Dibutylzinndilaurat oder Zinn(II)-octoat sein. Es ist auch möglich als Katalysatoren Verbindungen mit tert.-Aminogruppen, beispielsweise Triethylamin, Triethylen-diamin, und Titanverbindungen, wie Titanetraäthanolat oder Titanetraäthanolat einzusetzen.

Im allgemeinen wird der Katalysator in einer Menge von 0,01 bis 2,5 Gew.-%, bevorzugt von 0,1 bis 1,5 Gew.-%, bezogen auf die Gesamtmenge der Reaktanden eingesetzt.

Als Polymerisationsinhibitoren seien beispielsweise 2,6-Di-tert.-butyl-4-methyl-phenol, Methylenblau und Hydrochinon genannt. Der Polymerisationsinhibitor wird im allgemeinen in einer Menge von 0,01 bis 1,0 Gew.-%, bevorzugt von 0,01 bis 0,2 Gew.-%, bezogen auf die Gesamtmenge der Reaktanden eingesetzt.

Im allgemeinen setzt man den Isocyanatgruppen enthaltenden (Meth)-acrylsäureester IV in einer Menge von P Mol, bezogen auf 1 Mol des Polyols ein, so daß eine stöchiometrische Äquivalenz von NCO- und OH-Gruppen besteht.

Das zuletzt genannte erfindungsgemäße Verfahren führt man vorzugsweise unter Wasserausschluß in einem inerten Lösungsmittel durch. Als inerte Lösungsmittel seien beispielsweise Chloroform, Tetrahydrofuran, Dioxan, Methylenchlorid, Toluol und Acetonitril genannt. Bevorzugte Lösungsmittel sind Chloroform, Toluol und Acetonitril.

Das zuletzt genannte erfindungsgemäße Verfahren kann im allgemeinen im Temperaturbereich von 20 bis 100°C, bevorzugt von 30 bis 70°C, durchgeführt werden.

Das zuletzt genannte erfindungsgemäße Verfahren wird im allgemeinen bei Normaldruck durchgeführt.

Das zuletzt genannte erfindungsgemäße Verfahren kann beispielsweise wie folgt durchgeführt werden:

Das Polyol und der entsprechende Isocyanatgruppen enthaltende (Meth)-acrylsäureester werden in einem Lösungsmittel gelöst oder suspendiert und unter Rühren mit dem Katalysator versetzt.

Nach Zugabe des Polymerisationsinhibitors wird die Reaktionslösung auf eine erfindungsgemäße Temperatur erwärmt.

Der zeitliche Verlauf der Umsetzung kann beispielsweise durch Messung der IR-Spektren verfolgt werden. Nach vollständiger Umsetzung der Isocyanatgruppen werden die Reaktionsprodukte durch Entfernen des Lösungsmittels in Vakuum isoliert.

Die erfindungsgemäßen Urethan-(Meth)-acrylsäureester können insbesondere als Monomere für Dentalwerkstoffe verwendet werden. Als Dentalwerkstoffe seien beispielsweise Füllungsmaterialien für Zähne, Beschichtungsmittel für Zähne und Komponenten für die Herstellung von Zahnersatz, bevorzugt Kunststoffzähne, genannt. Je nach Anwendungsgebiet können Dentalwerkstoffe weitere Additive enthalten.

Für die Anwendung als Monomere für polymerisierbare Zahnfüllmassen oder Beschichtungsmittel im Dentalbereich können die erfindungsgemäßen polyfunktionellen (Meth)-acrylsäureester mit an sich bekannten Monomeren gemischt werden, um beispielsweise die Viskosität dem Verwendungszweck anzupassen. Hierbei werden Viskositäten im Bereich von 60 bis 10 000 mPas bevorzugt. Dieses ist dadurch erreichbar, daß man den erfindungsgemäßen Monomeren gegebenenfalls ein Comonomer niedriger Viskosität als Reaktivverdünner bzw. Lösungsmittel zumischt. Die erfindungsgemäßen Verbindungen werden in der Mischung mit Comonomeren mit einem Anteil von ca. 30 bis ca. 90 Gew.-%, bevorzugt von 40 bis 80 Gew.-%, eingesetzt. Zweck der vorliegenden Erfindung ist es, ebenfalls bevorzugt Mischungen verschiedener erfindungsgemäßer (Meth)-acrylsäure einzusetzen.

Es ist auch möglich, Monomermischungen einzusetzen, die mehrere Comonomere enthalten, um die gewünschte Viskosität zu erreichen.

Beispielsweise seien die folgenden Comonomeren genannt: Glycerindimethacrylat, Triethylenglykoldimethacrylat, Tetraethylenglykoldimethacrylat, 1,12-Dodecandiol dimethacrylat, 1,6-Hexandiol dimethacrylat, Diethylenglykoldimethacrylat, 2,2-Bis-[p-(2'-hydroxy-3'-methacryloyloxypropoxy)-phenyl]-propan, 2,2-Bis-[p-(2'-methacryloyloxyethoxy)-phenyl]-propan, Trimethylol-propan-tri-(meth)-acrylat, Bis-(meth)-acryloyloxyethoxymethyl-tricyclo-[5,2,1,0<sup>2,6</sup>]-decan (DE-A 29 31 925 und DE-A 29 31 926).

Darüber hinaus können andere Urethan(meth)acrylsäureester, wie z. B. die 2 : 1-Addukte aus den genannten Hydroxyalkyl-(meth)-acrylaten und Diisocyanaten mit 6 bis 14 C-Atomen als Comonomere zugesetzt werden. Als Diisocyanate eignen sich beispielsweise Hexamethylendiisocyanat, Trimethylhexamethylendiisocyanat, Bis-isocyanatmethylcyclohexan, Bis-isocyanatomethyl-tricyclo[5,2,1,0<sup>2,6</sup>]decan.

Insbesondere bevorzugt werden Comonomere, die bei 13 mbar einen Siedepunkt über 100°C besitzen.

Die erfindungsgemäßen polyfunktionellen (Meth)-acrylsäureester können gegebenenfalls in Mischung mit den genannten Comonomeren mit an sich bekannten Methoden zu vernetzten Polymerisaten aushärten (Am. Chem. Soc., Symp. Ser. 212, 359—371 (1983)). Für die sogenannte Redoxpolymerisation ist ein System aus einer peroxidischen Verbindung und einem Reduktionsmittel, beispielsweise auf Basis tertiärer aromatischer Amine, geeignet. Beispiele für Peroxide sind: Dibenzoylperoxid, Dilauroylperoxid und Di-4-chlorbenzoylperoxid.

Als tertiäre aromatische Amine seien beispielsweise N,N-Dimethyl-p-toluidin, Bis-(2-hydroxyethyl)-p-toluidin, Bis-(2-hydroxyethyl)-3,5-dimethylanilin und N-Methyl-N-(2-methylcarbamoyloxypropyl)-3,5-dimethylanilin genannt. Die Konzentration des Peroxids bzw. des Amins werden vorteilhaft so gewählt, daß sie 0,1 bis 5 Gew.-%, bevorzugt 0,5 bis 3 Gew.-%, bezogen auf die Monomermischung betragen.

Die peroxid- bzw. aminhaltigen Monomermischungen werden bis zur Anwendung getrennt gelagert.

Die erfindungsgemäßen Monomeren können auch durch Bestrahlung mit UV-Licht oder sichtbarem Licht (beispielsweise im Wellenlängenbereich von 230 bis 650 nm) zur Polymerisation gebracht werden. Als Initiatoren für die photoinitierte Polymerisation eignen sich beispielsweise Benzol, Benzoldimethylketal, Benzoinmonoalkylether, Benzophenon, p-Methoxybenzophenon, Fluorenon, Thioxanthon, Phenanthrenchinon und 2,3-Bornandion (Campherchinon), gegebenenfalls in Gegenwart von synergistisch wirkenden Aktivatoren, wie N,N-Dimethylaminoethylmethacrylat, Triethanolamin, 4-N,N-Dimethylaminobenzolsulfonsäurediallylamid. Die Durchführung der Photopolymerisation ist beispielsweise in der DE-A 31 35 115 beschrieben.

Neben den oben beschriebenen Initiatoren können den erfindungsgemäßen (Meth)-acrylsäure-Derivaten an sich für diesen Einsatzzweck bekannte Lichtschutzmittel und Stabilisatoren zugesetzt werden.

Lichtschutzmittel sind beispielsweise in (Gächter, Müller, Taschenbuch der Kunststoff-Additive, 2. Ausgabe, Carl Hanser Verlag) beschrieben. Beispielsweise seien die folgenden Lichtschutzmittel genannt: Cyasorb UV9®, Tinuvin P®, Tinuvin 770®, Tinuvin 622®, Tinuvin 765®.

Stabilisatoren sind beispielsweise in (Ullmanns Encyclopädie der technischen Chemie, 4. Auflage, Bd. 8) beschrieben. Beispielsweise seien die folgenden Stabilisatoren genannt: 2,6-Di-tert.-butylphenol, 2,6-Di-tert.-butyl-4-methylphenol, 2,6-Di-octadeyl-4-methylphenol, 1,1'-Methylen-bis(naphthol-2) u. a.

Die Lichtschutzmittel und die Stabilisatoren können jeweils in einer Menge von 0,01 bis 0,5 Gew.-Teilen, bezogen auf 100 Gew.-Teile der Monomermischung, eingesetzt werden.

Die Monomermischungen können ohne Zusatz von Füllstoffen als Beschichtungsmittel (Zahnlacke) eingesetzt werden.

Bei der Verwendung als Zahnfüllmassen setzt man den erhaltenen Monomermischungen im allgemeinen Füllstoffe zu. Um einen hohen Füllgrad erreichen zu können, sind Monomermischungen, die eine Viskosität im Bereich von 60 bis 10 000 mPas besitzen, besonders vorteilhaft.

Vorzugsweise mischt man den erfindungsgemäßen (Meth)-acrylsäurederivaten von Tricyclodecanen anorganische Füllstoffe zu. Beispielsweise seien Bergkristall, Kristoballit, Quarzglas, hochdisperse Kieselsäure, Aluminiumoxid und Glaskeramiken, beispielsweise Zirkon enthaltende Glaskeramiken (DE-A 23 47 591) genannt. Die anorganischen Füllstoffe werden zur Verbesserung des Verbunds zur Polymermatrix des Polymethacrylats, vorzugsweise mit einem Haftvermittler vorbehandelt. Die Haftvermittlung kann beispielsweise durch eine Behandlung mit Organosiliciumverbindungen erreicht werden (Progress in Organic Coatings 11, 297—308).

(1983)). Bevorzugt wird 3-Methacryloyloxy-propyl-trimethoxysilan eingesetzt. Die Füllstoffe für die erfindungsgemäßen Zahnfüllmassen weisen im allgemeinen einen mittleren Teilchendurchmesser von 0,01 bis 100 µm, vorzugsweise von 0,03 bis 50 µm, besonders bevorzugt von 0,03 bis 5 µm auf. Es kann auch vorteilhaft sein, mehrere Füllstoffe nebeneinander einzusetzen, die einen voneinander verschiedenen mittleren Teilchendurchmesser und/oder einen unterschiedlichen Silangehalt besitzen.

Der Füllstoffanteil in der Zahnfüllmasse beträgt im allgemeinen 5 bis 85 Gew.-%, vorzugsweise 50 bis 80 Gew.-%.

Für die Herstellung der Zahnfüllmassen werden die Komponenten unter Verwendung handelsüblicher Knetmaschinen vermischt.

Der Anteil der erfindungsgemäßen Urethan(meth)acrylate in den Zahnfüllmassen beträgt im allgemeinen 5 bis 70 Gew.-% bezogen auf die Füllmasse.

Die erfindungsgemäßen Urethan-(Meth)-Acrylsäure-Derivate können auch als Komponenten bei der Herstellung von Zahnersatz eingesetzt werden.

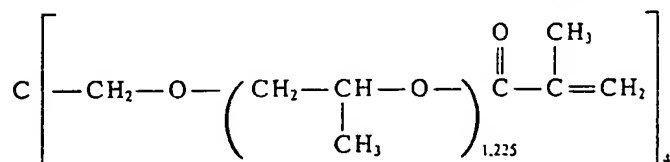
Dabei werden die erfindungsgemäßen Monomeren mit den üblicherweise verwendeten, an sich bekannten Bestandteilen kombiniert. Vorzugsweise werden die Monomeren im Gemisch mit Alkylmethacrylaten, wie Methylmethacrylat eingesetzt. Es können auch zusätzlich an sich bekannte Perlpolymerisate zugesetzt werden. Zur Einstellung der Zahnfarbe können bekannte anorganische und organische Farbpigmente und Trübungsmittel zugesetzt werden. Auch die Anwendung von Stabilisatoren und Lichtschutzmitteln ist möglich.

Die Kunststoffzähne werden durch radikalische Polymerisation der Dentalmassen unter Formgebung hergestellt.

Die Verarbeitung ist sowohl nach Injektionsverfahren als auch Prägeverfahren möglich und erfolgt im allgemeinen nach den üblichen Herstellungsmethoden für Zähne auf Basis von Poly(methylmethacrylat), z. B. durch thermische Polymerisation unter Verwendung von an sich bekannten Polymerisationsinitiatoren, beispielsweise auf Basis von Peroxiden und Azoverbindungen, wie Dibenzoylperoxid, Di-lauroylperoxid, Cyclohexylpercarbonat, Azobisisobuttersäurenitril. Gut geeignet sind auch Mischungen von Polymerisationsinitiatoren mit unterschiedlichen Zerfallstemperaturen.

Die aus den erfindungsgemäßen (Meth)Acrylsäureestern hergestellten Dentalwerkstoffe zeichnen sich durch hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber mechanischer Beanspruchung und eine hohe Abrasionsbeständigkeit aus.

#### Beispiel 1



91,5 g des Umsetzungsproduktes aus 1 Mol Pentaerythrit und 4,9 Molen Propylenoxid (OH-Zahl = 534 mg KOH/g) werden in 300 ml Toluol gelöst und mit 1,5 g p-Toluolsulfonsäure, 0,45 g Methylenblau, 0,064 g 2,6-Di-tert-butyl-4-methyl-phenol und 103,2 g Methacrylsäure versetzt. Das Gemisch wird mit Luft begast und 40 h bei 110–120°C gehalten, dabei wird mit Hilfe eines Wasserabscheiders Wasser ausgekreist. Dann wird mit Bleicherde verrührt und abgesaugt. Zur Entfernung überschüssiger Methacrylsäure wird das Filtrat dreimal mit gesättigter Natriumhydrogencarbonat-Lösung extrahiert und mit Wasser neutral gewaschen. Nach Trocknung über Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> wird mit Aktivkohle behandelt. Der Methacrylsäureester wird als farblose, niedrig-viskose Flüssigkeit isoliert.

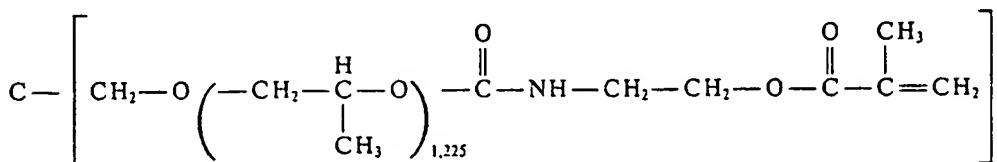
#### Elementaranalyse

gef.: C 61,4; H 8,3  
ber.: C 61,88; H 8,29

#### Molgew.

gef.: 640  
ber.: 692

#### Beispiel 2



18,3 g des Umsetzungsproduktes aus 1 Mol Pentaerythrit und 4,9 Molen Propylenoxid wird in 50 ml getrocknetem Chloroform gelöst. Nach Zugabe von 0,02 g Jonol und 0,1 g Dibutylzinndilaurat werden langsam 27 g 2-Isocyanatoethylmethacrylat zugetropft. Das Gemisch wird solange bei 50°C gerührt, bis kein NCO mehr nachweisbar ist (ca. 150 Stunden). Das Reaktionsprodukt wird über Aktivkohle filtriert und durch Abdampfen des Lösungsmittels isoliert. Man erhält eine viskose Flüssigkeit.

## Elementaranalyse

gef.: C 54,5 % H 7,3 % N 5,5 %  
 ber.: C 55,08% H 7,44% N 5,38%

OH-Zahl: 2 mg KOH/g

## Beispiel 3

## Herstellung von Kunststoffzähnen

60 Gew.-Teile einer Monomermischung, die aus 45 Gew.-% Triethylenglykoldimethacrylat und aus 55 Gew.-% des Urethan-Methacrylsäure-Derivates aus Beispiel 2 hergestellt wurden, werden mit 1 Gew.-Teil Dibenzoylperoxid und 40 Gew.-Teilen einer mit 5% 3-Methacryloyloxypropyltrimethoxysilan silanisierten hochdispersen Kieselsäure (BET-Oberfläche; 50 m<sup>2</sup>/g) vermischt.

Das aktivierte Gemisch wird in eine Zahnform eingespritzt und bei 130°C in 6 Minuten ausgehärtet. Die erhaltenen Kunststoffzähne zeigen eine besonders hohe Abrasionsfestigkeit.